



ARCAL



ININ

**Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la
Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe**

MÉXICO

INFORME DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL AÑO 2013

Coordinación Nacional de ARCAL
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Febrero de 2014

CONTENIDO

| | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | ABREVIATURAS UTILIZADAS | 3 |
| 1. | RESUMEN EJECUTIVO | 5 |
| 2. | PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL | 13 |
| 3. | RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTOS Y DEL ACUERDO | 15 |
| 4. | ANEXOS | 35 |
| 4.1 | PROYECTOS EN LOS QUE MÉXICO PARTICIPÓ DURANTE 2013 | 35 |
| 4.2 | PARTICIPACIÓN NACIONAL EN REUNIONES DE COORDINACIÓN, TALLERES Y GRUPOS DE TRABAJO | 37 |
| 4.3 | RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS POR PROYECTO | 43 |
| 4.4 | INFORME SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS CENTROS DESIGNADOS DE MÉXICO DURANTE 2013 | 45 |

ABREVIATURAS UTILIZADAS

| | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARCAL | Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe |
| CEADEN | Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear |
| CINVESTAV | Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN |
| CICyTA | Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos |
| CNSNS | Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias |
| CONAGUA | Comisión Nacional del Agua |
| ICMyL | Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM |
| IIFT | Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical |
| IMTA | Instituto Mexicano de Tecnología del Agua |
| INCA | Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas |
| INCAN | Instituto Nacional de Cancerología |
| INER | Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias |
| INIFAP | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias |
| INIFAT | Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura tropical |
| ININ | Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares |
| IPN | Instituto Politécnico Nacional |
| ISSEMYM | Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios |
| ISSSTE | Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado |
| OCTA | Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL |
| OIEA | Organismo Internacional de Energía Atómica |
| UAEH | Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo |
| UAEM | Universidad Autónoma del Estado de México |
| UANL | Universidad Autónoma de Nuevo León |
| UASLP | Universidad Autónoma de San Luis Potosí |
| UAZ | Universidad Autónoma de Zacatecas |
| UNAM | Universidad Nacional Autónoma de México |

1. RESUMEN EJECUTIVO

En 2013, tanto la Coordinadora Nacional como los Coordinadores de Proyecto participaron de forma comprometida en todo el proceso para llegar a la aprobación de nuevos proyectos ARCAL para el bienio 2014-2015, revisando y modificando el diseño de las propuestas e intercambiando información entre los diferentes países e integrantes de grupos de trabajo, incluyendo el OIEA. Se realizó trabajo primeramente en la definición de los conceptos de proyecto, posteriormente en el diseño de los proyectos y finalmente su análisis para la priorización correspondiente. En el mes de noviembre de 2013 la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica hizo la aprobación financiera de los proyectos del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe para el bienio mencionado, incluyendo la asignación de recursos financieros para el inicio de actividades en enero de 2014.

Durante el año 2013 México intervino en 13 proyectos desarrollados en el marco del Acuerdo, cuyas instituciones participantes se detallan a continuación.

INSTITUCIONES MEXICANAS PARTICIPANTES EN PROYECTOS ARCAL DURANTE 2013

| INSTITUCIONES | NÚM. DE PROYECTOS |
|--------------------------------------------------------|-------------------|
| Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) | 6 |
| CINVESTAV | 1 |
| Centro Universitario contra el Cáncer (UANL) | 1 |
| Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM) | 1 |
| Centro Oncológico Estatal (ISSEMYM) | 1 |
| Instituto Mexicano de Tecnología del Agua | 1 |
| Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias | 1 |
| Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | 1 |
| TOTAL | 13 |

Se presenta a continuación un resumen de las principales actividades realizadas en los proyectos ARCAL en los que México participó en el año 2013.

RLA/0/037 ARCAL CXIX “Apoyo al aumento sostenible del uso de reactores de investigación en la región de América Latina y el Caribe mediante la creación de redes, el intercambio de experiencias, la conservación de los conocimientos y la capacitación de recursos humanos”.

De las cinco actividades que se llevaron a cabo en 2013 en este proyecto, participó en cuatro personal de diversas áreas del ININ, mientras que en una no ocurrió así por no cumplir con los requisitos de participación. La calidad de los instructores de los cursos regionales permitió que los objetivos planteados se cumplieran en su totalidad y que los participantes adquirieran conocimientos valiosos para mejorar en la realización de sus actividades. Gracias al curso proporcionado por el OIEA en noviembre de 2013 se están realizando mejoras en la metodología de AxA a fin de obtener la acreditación de la

técnica con ISO-17025. Como resultado del curso se elaboró un programa de actividades que actualmente está en desarrollo.

RLA/0/046 ARCAL CXXXI “Fortalecimiento de las comunicaciones y asociaciones en los países miembros de ARCAL para mejorar las aplicaciones y la sostenibilidad nucleares”.

Se participó en el “Curso de capacitación a comunicadores de la región de América Latina: aplicaciones nucleares y comunicación estratégica”, efectuado en Buenos Aires, Argentina del 11 al 15 de noviembre de 2013. El objetivo de este curso fue la asociación estratégica de comunicadores (formar una red de comunicadores) de diversos países, para alcanzar sinergia en la difusión de las aplicaciones de la energía nuclear, a fin de generar una acción de comunicación homologada y sistemática. Sin embargo se ha logrado identificar que los científicos empiezan a entender que necesitan de un comunicólogo para que “traduzca” los logros obtenidos, a un lenguaje coloquial entendido por los ciudadanos. También se llevó a cabo una visita científica sobre el tema de comunicación a la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), en Santiago, Chile del 18 al 29 de noviembre de 2013.

RLA/0/049 ARCAL CXXI “Fortalecimiento del entrenamiento del personal técnico en el mantenimiento de primera línea de los instrumentos nucleares usados en las aplicaciones nucleares del uso médico y de laboratorios asociados a estos servicios”.

Con el objetivo principal del proyecto de optimizar la capacitación del personal mediante diversas acciones, se capacitaron varios profesionales para fortalecer los centros regionales. Estos profesionales se encargaron de transferir el conocimiento adquirido en varios cursos regionales, de forma tal que al menos un profesional de los países participantes pudo recibir este conocimiento. Finalmente en cada país se realizaron cursos nacionales con la participación de la mayor cantidad de profesionales del área de mantenimiento de los hospitales. Durante el segundo año de ejecución del proyecto se organizó un curso nacional de mantenimiento sobre cámaras gamma en el Hospital Escandón con una duración de una semana y el apoyo de un experto de Cuba. En este evento participaron 8 profesionales de diversos hospitales. Finalmente se capacitó en Costa Rica a una persona del INER sobre mantenimiento de tomógrafos computarizados. Actualmente este profesional está encargado de organizar un curso nacional, con el objeto de transferir el conocimiento adquirido y donde se involucre a la mayor cantidad de profesionales dedicados a esta labor, tomando como base los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el curso regional.

RLA/1/011 ARCAL CXXIII “Apoyo a la automatización de sistemas y procesos en instalaciones nucleares”.

México participó junto con otros 14 países de la región, en 18 actividades programadas desempeñando los siguientes roles: organización de la reunión inicial del proyecto, actualización de la metodología de verificación y validación de software, así como de los planes y procedimientos, actualización del material de aprendizaje del curso de capacitación en la metodología y desarrollo de ejemplos, elaboración del material de un curso interactivo desarrollado por Colombia y su posterior revisión. También se participó

en el proyecto con instructores, dirección y participantes en cursos, todo ello con el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Durante 2013 México realizó específicamente las siguientes actividades: a) Revisión del curso interactivo en formato electrónico “Introducción a la metodología de validación de software”, elaborado por Colombia con material de entrenamiento preparado por un profesional mexicano; b) Actualización de 3 planes y 3 procedimientos de la metodología de verificación y validación de software, participando el ININ en la actualización, mientras que la CNSNS y un profesional de Brasil intervinieron en la revisión; c) Coordinación y dirección del curso “Capacitación sobre el Uso del Código GEANT 4 (Monte Carlo) para la estimación de dosis durante automatizaciones de instalaciones con riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes”, realizado en el ININ del 28 de enero al 1 de febrero; d) Asistencia de un profesional del ININ al “Curso regional de entrenamiento en la actualización del conocimiento en instrumentos complejos empleando FPGA” en Quito, Ecuador; e) Impartición por un profesional del ININ, del “Curso regional de capacitación sobre ejemplos de aplicación de la metodología de validación de software” en Lima, Perú, del 3 al 7 de junio; f) Revisión por un profesional del ININ de la “Guía para aplicación de QMS a proyectos de sistemas que incluyen FPGA”, desarrollada por Argentina; g) Asistencia de un profesional a la reunión de expertos para “Revisión de los procedimientos y planes desarrollados en el proyecto RLA/4/022 adaptados a los requisitos de estándares ISO-IEC y evaluación de la guía para aplicación de QMS a proyectos de sistemas que incluyen FPGA”, realizada en Santiago, Chile, del 8 al 12 de julio. Se trabaja en el desarrollo de un documento sobre la metodología de verificación y validación de software y en un trabajo sobre automatización donde se aplica la metodología, para su publicación en un documento técnico del OIEA. Es importante resaltar que actualmente existe interés en que el laboratorio de ingeniería de software del ININ, creado en el proyecto RLA/4/022, sea reconocido como centro designado del OIEA.

RLA/5/051 ARCAL C “Utilización de radionucleidos ambientales como indicadores de la degradación de las tierras en los ecosistemas de América Latina, el Caribe y la Antártida”.

Este proyecto concluyó en 2013. Su objetivo para ese año fue realizar actividades pertinentes a la culminación operativa, programadas en la Reunión de Coordinadores de 2012 realizada en Irapuato, Gto. Al respecto, se ejerció una beca de capacitación durante 2 meses en el “National Institute of Water and Atmosphere” (NIWA), Nueva Zelanda, sobre la técnica “Compound Specific Stable Isotopes, CSSI”, de gran utilidad complementaria con los isótopos ^{137}Cs y ^7Be para evaluar el movimiento de suelo en el sistema de estudio. Derivado de la participación en este proyecto, el Laboratorio de Microbiología Ambiental ha consolidado capacidades de personal técnico-científico para la integración del conocimiento adquirido a las tareas de investigación cotidiana con el uso de técnicas nucleares en los sistemas de producción agrícola a nivel cuenca.

RLA/5/060 ARCAL CXXVIII “Armonización y Validación de Métodos Analíticos para la Vigilancia del Riesgo para la Salud Humana de los Residuos y Contaminantes Químicos Presentes en los Alimentos”.

Del 8 al 13 de diciembre del 2013 se realizó la Reunión Final de Coordinadores de Proyecto, en el Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en Pachuca. Este proyecto se enfocó en la capacitación sobre las metodologías en metales pesados en frutas y hortalizas, a fin de realizar un diagnóstico del contenido de metales pesados en agua de riego y en algunas hortalizas de consumo en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. También se recibió capacitación en la determinación de pesticidas a través de la técnica QuEChERS, entre otros. En el marco del proyecto se recibieron del OIEA algunos de los insumos y reactivos para la determinación de metales pesados. Se realizaron reuniones con el Rector de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el Secretario de Agricultura del Estado de Hidalgo y el Director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Hidalgo, entre otros. Hubo además cursos para estudiantes y personal del laboratorio a fin de apoyar el proyecto, teniendo en cuenta su interés para apoyo en la inocuidad de frutas y hortalizas producidas en el Valle del Mezquital, para lo cual se realizaron determinaciones en hortalizas para el desarrollo de técnicas en la optimización de las determinaciones. Con los reactivos y lámparas (lámpara de cátodo hueco codificada para cobre, de cátodo hueco codificada para hierro, de descarga sin electrodos codificada para zinc, de descarga sin electrodos codificada para selenio) compradas con apoyo del OIEA, para la determinación de metales pesados, se realizaron determinaciones de metales pesados en hortalizas, con el equipo de absorción atómica del CICyTA-UAEH y de la empresa Agrolab, a fin de realizar análisis intralaboratoriales.

RLA/5/063 ARCAL CXXVI “Apoyo a la mejora genética de los cultivos subutilizados y de otros cultivos importantes para el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades rurales”.

En 2013 se llevó a cabo el Curso Regional Caracterización de Germoplasma Nativo y Elaboración de Descriptores, del 18 al 22 de febrero en Texcoco, México, contando con la participación de representantes de 14 países, de los 15 que integran este proyecto. También se seleccionaron 10 asistentes mexicanos de diversas instituciones del país, interesados en el tema. La temática desarrollada abarcó importantes temas, tales como centros de origen y diversificación de plantas, procesos de domesticación de plantas, métodos de descripción de áreas de colecta, descripción y delimitación de áreas de estudio, y aplicación del análisis multivariado a los estudios de diversidad. Otros temas tratados fueron la definición de criterios para la caracterización agro-morfológica de la diversidad con base en respuestas fisiológicas, criterios para la elaboración de manuales para su descripción, caracterización molecular de la diversidad así como técnicas modernas de caracterización molecular. Se dedicó una sesión completa del curso a la presentación de casos de estudio, incluyendo importantes grupos de cultivos como cereales, pseudocereales, chile, leguminosas, cactáceas, soya y frijol chino. Se participó en la Segunda Reunión de Coordinación del Proyecto Coordinado de Investigación “Approaches to Improvement of Crop Genotypes with High Water and Nutrient use Efficiency for Water Scarce Environments” (D1.50.13), celebrado en Kuala Lumpur,

Malasia del 24 al 28 de junio. Con relación a la formación de recursos humanos, un investigador de nuestro país participó en el curso regional “Aplicación de mutación inducida en Mejoramiento Genético”, celebrado en Itajai, Brasil, del 25 al 29 de noviembre. Un investigador del ININ participó en la visita científica MEX/13010V en La Habana, Cuba del 11 al 22 de noviembre de 2013, para actualizar e intercambiar conocimientos sobre mejoramiento genético por mutagénesis radioinducida, establecer las bases para plantear una nueva propuesta de proyecto ARCAL que dé continuidad al actual y profundizar en la vinculación con instituciones clave en la agricultura de Cuba, el CEADEN, INCA, IIFT e INIFAT. La experiencia obtenida en esta visita científica permitirá avanzar en la evaluación de tolerancia a condiciones adversas, de aguacate y pseudocereales *in vitro* aplicando polietilenglicol. Así mismo se aplicarán iniciadores (primers) que ya han sido validados en Cuba, para evaluar la diversidad existente en germoplasma y selecciones sobresalientes de aguacate, mediante ISSR. También se recibió a la investigadora del CEADEN, Adriana Díaz Curbelo (CUB13023), a quién se le brindó entrenamiento con relación a cultivo *in vitro*, multiplicación, conservación de germoplasma y embriogénesis somática en aguacatero y metodologías para asistir la radiomutagénesis de este frutal. La capacitación se proporcionó en el INIFAP de Uruapan, Michoacán, en donde se le brindó capacitación sobre micropropagación de aguacate y marcadores moleculares, y en el ININ sobre métodos de mejoramiento por mutagénesis radioinducida.

RLA/6/061 ARCAL CVII “Capacitación y actualización de los conocimientos en la esfera de Física Médica”.

Del 18 de febrero al 1 de marzo de 2013 asistieron tres físicos médicos al curso de “Formación en aseguramiento de la calidad en los aspectos físicos y técnicos de radioterapia”, en Argonne, Illinois, USA. Esta capacitación será de gran utilidad en las instituciones a las que pertenecen los participantes dada la importancia de contar con profesionales de la Física Médica Clínica cada vez mejor capacitados y con verdadera competencia profesional para desempeñarse adecuadamente en el ámbito clínico, ya que en un departamento de radioterapia moderno, el Físico Médico Clínico es una pieza clave para la correcta ejecución y entrega de las técnicas de radioterapia más avanzadas que existen en la actualidad.

RLA/6/063 ARCAL CIX “Mejoramiento de la atención a los pacientes con enfermedades cardíacas y con cáncer mediante el fortalecimiento de las técnicas de medicina nuclear en América Latina y el Caribe”.

Durante 2013 se realizó el Curso Regional en Cardiología Nuclear Avanzada, del 14 al 18 de enero, en las instalaciones del Instituto Nacional de Cardiología de la Ciudad de México. El Impacto de las actividades del proyecto se proyectó en la capacitación de médicos especialistas en Medicina Nuclear, en el área de cardiología nuclear. Mediante la realización del curso se capacitó y actualizó a 180 médicos cardiólogos y 50 médicos nucleares. Se difundieron las ponencias vía electrónica para aquellos que no pudieron asistir y en total se contabilizaron 558 visitas virtuales. Este proyecto ha permitido a México mejorar las aplicaciones clínicas de las técnicas de medicina nuclear en cardiología y oncología, a través de una actualización y homogeneización de los procedimientos en la región, lo que traduce en una realización, interpretación y

diagnóstico más eficaces, mejorando el papel de las técnicas de medicina nuclear en la toma de decisiones como estrategia costo-efectiva en la atención de pacientes con dolencias cardíacas y cáncer. Se obtuvo un entrenamiento regional armonizado para los profesionales involucrados en la práctica de la medicina nuclear en el uso efectivo del SPECT, SPECT/CT, PET/CT, sondas intra-operatorias y métodos terapéuticos, así como en la elaboración de directrices sobre la armonización de los programas de control y aseguramiento de calidad llevados a cabo en los servicios de medicina nuclear. También se participó en la II Reunión Regional sobre los retos para el control del cáncer, en la Ciudad de Panamá, del 30 de octubre al 2 de noviembre.

RLA/7/014 ARCAL CXVI “Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de las floraciones de algas nocivas en la región del Caribe, mediante la aplicación de técnicas nucleares avanzadas, evaluaciones radioecotoxicológicas y bioensayos”.

La Reunión Final de Coordinadores de Proyecto se llevó a cabo en Santo Domingo, República Dominicana, del 23 al 25 de octubre de 2013. Uno de los principales objetivos en este proyecto fue contribuir a reducir los riesgos a la salud pública y el daño a las economías locales provocados por florecimientos algales nocivos (FAN), fortaleciendo las capacidades de los Estados Miembros para monitorear las toxinas algales en los recursos pesqueros. Este proyecto ARCAL financiado por el OIEA tuvo una duración de 5 años (2009-2013). Entre las actividades realizadas durante 2013 están las gestiones para recibir la donación de equipo de laboratorio para la extracción de toxinas de florecimientos algales nocivos (9,252.27 libras esterlinas), mismo que fue recibido en septiembre 2013. Se participó en la realización de 11 muestreos mensuales, incluyendo la determinación de variables fisicoquímicas *in situ*, determinación de clorofila, oxígeno y nutrientes disueltos.

RLA/7/016 CXXVII “Empleo de isótopos para la evaluación hidrogeológica de los acuíferos excesivamente explotados en América Latina”.

En la mayoría de los países latinoamericanos, las cuencas que presentan altos índices de población son por lo general las que tienen los mayores desarrollos económicos debido a sus actividades productivas. Estas zonas son estratégicas para el desarrollo económico y social de la región y se caracterizan por tener crecimiento acelerado y alta densidad demográfica. La relación entre la población y el volumen de agua disponible indica que la mayoría de las cuencas se encuentra bajo estrés hídrico. Esta circunstancia ha provocado problemáticas muy complejas que inciden en la calidad de vida de los usuarios finales de los recursos hídricos, debido al deterioro de la calidad del agua, escasez, descenso de niveles de los acuíferos, hundimientos y agrietamientos del terreno, etc. En las zonas de mayor afectación se observan abatimientos de nivel con valores que rebasan los 2 m/año y asentamientos del terreno de 15 cm/año. Aunado a esta problemática se presentan los posibles efectos aún desconocidos del cambio climático en la disponibilidad futura de los acuíferos. La proyección de población para el año 2030 para la región latinoamericana es estimada en más de 677 millones de habitantes que demandarán mayores volúmenes de agua. Este proyecto busca ayudar a corregir esta tendencia y evitar que se agudice esta problemática. Entre sus actividades más relevantes están las capacitaciones y entrenamientos obtenidos, así

como la reunión regional sobre interpretación de datos realizada en Panamá a finales del año. Los dos casos de estudio con los cuales participa México e incluidos en el proyecto fueron, la caracterización hidrogeoquímica e isotópica de los flujos de agua subterránea que captan los pozos profundos exploratorios del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, y la evaluación de los estratos de agua con baja concentración de arsénico en la zona de reserva exclusiva de agua potable de la Comarca Lagunera.

RLA/9/072 ARCAL CXXIX “Apoyo a la creación de una base de datos de valores de radiactividad en alimentos típicos de la región de América Latina”.

Los radionúclidos tanto de origen natural como antropogénico se incorporan al ambiente mediante dispersión, dilución y transporte. Se pueden concentrar en ciertos materiales específicos tales como alimentos, pastos, suelos y otros. La ruta de los radionúclidos en el ambiente se puede observar en todos los niveles de la pirámide ecológica, independientemente de su origen natural o artificial. La presencia de material radiactivo persiste durante años y podría ocasionar cosechas conteniendo radionúclidos. Asimismo, los animales que ingieren pastos conteniendo radionúclidos, transfieren éstos a los alimentos consumidos por el hombre. Por estas razones es de la mayor importancia analizar a través de mediciones la presencia de radionúclidos tanto de origen natural como artificial en alimentos típicos de América Latina, e incorporar los datos en un banco de datos georeferenciados. La caracterización de los valores de fondo radiactivo para los alimentos producidos localmente en la región de América Latina también puede proporcionar un valor agregado a todos los países comprometidos en la exportación de alimentos, porque la certificación radiológica de alimentos es un requisito que han adoptado virtualmente todos los países después de 1986 a consecuencia del accidente de Chernóbil. Los estándares de referencia para demostrar los niveles existentes de concentración de actividad en alimentos son un aspecto importante cuando se firman contratos para exportación de alimentos en el mercado internacional. La creación de una base de datos con información generada por la región misma constituye un resultado relevante para los países. A través de la experiencia de algunos países del área y de programas (software) de uso libre como herramienta útil de conexión, la aplicación puede ser utilizada por grupos grandes de instituciones públicas o privadas, sin la necesidad de asignar recursos importantes para lograr los objetivos trazados. Este proyecto busca establecer una base de datos georeferenciados de mediciones de radiactividad en alimentos típicos de América Latina, usando los beneficios de programas de acceso libre.

2. PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

En 2013 se aprobaron nuevos proyectos ARCAL para dar inicio en el bienio 2014-2015. Estas actividades requirieron de un esfuerzo intenso en la comunicación por parte de la coordinación del ARCAL y de las contrapartes de las propuestas, para llevar a cabo la revisión, ajuste e intercambio de información con los diferentes países e integrantes de los grupos de trabajo involucrados. En este proceso se trabajó en la definición de los conceptos de proyecto, en el diseño de los proyectos y en los documentos finales, los que se revisaron para su priorización. En el mes de noviembre la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó los proyectos ARCAL a desarrollar durante el bienio 2014-2015, así como los recursos financieros para implementación en 2014.

Del 26 al 28 de junio se llevó a cabo en Asunción, Paraguay, la “XIV Reunión del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA)”, a la que asistió la Coordinadora Nacional Lydia Paredes Gutiérrez, con la participación de 13 países miembros de ARCAL: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Uruguay. Por parte de la Secretaría para ARCAL del OIEA participaron el Director de la División para América Latina, Sr. Luis Carlos Longoria, y el Sr. Raúl Ramírez García. En representación de España, en calidad de socio de ARCAL, estuvo presente la Sra. Pilar García, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Del 13 al 17 de mayo de 2013, la Coordinadora Nacional asistió a la “2ª Reunión de los Grupos de Trabajo Temáticos” del Perfil Estratégico Regional, efectuada en Viena, Austria, con el objetivo de realizar el análisis para la priorización del PER.

Del 16 al 20 de septiembre de 2013, la Coordinadora Nacional de ARCAL asistió a la Quincuagésima Séptima Reunión Ordinaria de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica, efectuada en Viena, Austria.

La Coordinadora Nacional asistió a la “Tercera Reunión del Grupo de Trabajo de Coordinación y Supervisión del Perfil Estratégico Regional (PER)”, realizada en Viena, Austria del 4 al 8 de noviembre.

En 2013 la Coordinadora atendió la visita al ININ de la Sra. Marta Contreras y el Sr. Rosamel Muñoz, expertos del OIEA, para revisar las acciones instrumentadas en el tema de Comunicación. Dichos trabajos se realizaron en el marco del proyecto RLA/0/046 ARCAL CXXXI “Fortalecimiento de las Comunicaciones y Asociaciones en los Países Miembros de ARCAL para Mejorar las Aplicaciones y la Sostenibilidad Nucleares”.

3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTOS Y DEL ACUERDO

RLA/0/037 ARCAL CXIX

Apoyo al aumento sostenible del uso de reactores de investigación en la región de América Latina y el Caribe mediante la creación de redes, el intercambio de experiencias, la conservación de los conocimientos y la capacitación de recursos humanos

Fortunato Aguilar Hernández, Coordinador de Proyecto
ININ

Objetivo

Aumento de la calidad de vida de la población en América Latina y el Caribe a través de la aplicación de la tecnología nuclear, radioisótopos y radiofármacos y desarrollo de recursos humanos.

Resultados, dificultades y problemas

Los participantes del Curso de Capacitación Regional sobre Producción de Radioisótopos y Radiofármacos realizaron prácticas demostrativas de: a) Preparación de Columna Generador, b) Biodistribución de MIBI en animales de laboratorio, c) Producción de generadores de Mo-99/Tc-99m, d) Obtención y control de MIBF marcada con I-131 y e) Embalaje de radiofármacos y generadores. Estas prácticas fueron muy importantes y en algunos casos sirvieron para corroborar las actividades realizadas en la Planta de Producción de Radioisótopos del ININ y para realizar pequeños ajustes para mejorar los métodos empleados en el ININ. Se elaboró un informe sobre la Producción y Usos de Radioisótopos y Radiofármacos en América Latina, que sirvió para que todos los países participantes en el proyecto tuvieran un conocimiento general de la producción de radioisótopos y radiofármacos en la región. Teniendo como base este conocimiento se planteó la conveniencia de encontrar una estrategia regional para resolver los problemas de producción, abastecimiento y transporte de radioisótopos y radiofármacos. Se realizaron cursos y talleres en los cuales se compartieron las experiencias en la producción de radiofármacos en los distintos centros de producción, lo cual sirvió para mejorar los métodos de producción. Para el ININ es muy importante elaborar un Plan Estratégico para el reactor TRIGA Mark-III ya que después de la conversión de alto a bajo enriquecimiento, se dispone en su nuevo núcleo de nuevas instalaciones de irradiación in-core, que se planea utilizar para incrementar la capacidad de producción de radioisótopos y realizar irradiaciones de acero tipo vasija de la planta nucleoelectrica de Laguna Verde para estudios de extensión de vida. En vista de lo anterior, el "Meeting on Development and Implementation of Strategic Plans at Research Reactors" resultó de particular importancia y como requisito para la participación en el mismo se estableció que el postulante debía presentar una propuesta de plan estratégico para el reactor de su institución de la cual los

coordinadores de la reunión hicieron una revisión exhaustiva con recomendaciones que se enviaron a los postulantes a fin de que realizaran una nueva propuesta de Plan Estratégico. La nueva propuesta fue analizada en la reunión por todos los participantes y los coordinadores del mismo y se hicieron valiosos comentarios. Los intentos para establecer un Laboratorio del Reactor por Internet representaron un impulso importante a fin de establecer al Reactor TRIGA Mark.III del Centro Nuclear “Dr. Nabor Carrillo Flores” como la herramienta fundamental para la realización del Laboratorio del Reactor, materia que forma parte de la currícula de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Nuclear del IPN. Con esta actividad a la vez que se incrementa la utilización del reactor se contribuye a la formación de recursos humanos en el área de las ciencias nucleares. Adicionalmente a lo anterior es importante recalcar que estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y de la Facultad de Ciencias de la UAEM realizan por lo menos un experimento por semestre utilizando el reactor. El OIEA realizó el “Workshop on Metrology of Instrumental Neutron Activation Analysis Procedures”, como parte del plan que se tiene para lograr una serie de mejoras en la técnica y servicios del Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica que comprende: a) la instalación de un nuevo laboratorio de conteo con condiciones de temperatura y humedad controlada; b) desarrollo de un nuevo sistema de manejo automático de muestras, y c) mejoras en la metodología de AxA a fin de obtener la acreditación de la técnica con la ISO-17025. Como resultado del curso se elaboró un programa de actividades que actualmente está en desarrollo.

Dificultades

Actualmente está en desarrollo el proceso de relicenciamiento del reactor TRIGA Mark-III ante la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, lo cual implica la elaboración de la documentación correspondiente, así como atender los cuestionamientos que realiza el personal técnico del ente regulador. Esta actividad ha restringido la disponibilidad del personal para la realización de las actividades de los nuevos proyectos, por lo que el avance en los mismos ha sido limitado.

RLA/0/046 - ARCAL CXXXI - Fortalecimiento de las comunicaciones y asociaciones en los países miembros de ARCAL para mejorar las aplicaciones y la sostenibilidad nucleares

Lydia C. Paredes Gutiérrez, Coordinadora de Proyecto
Elizabeth Lopez Barragán
ININ

Objetivo

Aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de los proyectos de ARCAL a través de la creación de una estructura de comunicación especializada que permita la difusión de las aplicaciones nucleares para el desarrollo socio-económico en los países miembros de América Latina y el Caribe.

Resultados, dificultades y problemas

Uno de los resultados obtenidos es la asociación estratégica de comunicadores (formación de una red de comunicadores) de diversos países, para alcanzar sinergia en la difusión de las aplicaciones de la energía nuclear. La divulgación sinérgica ayuda a generar una acción de comunicación homologada y sistemática. Se pretende difundir a la sociedad los beneficios de la energía nuclear, incrementar la confianza en ella y mejorar su percepción. Este reto no es sencillo, pues se deben considerar los siguientes aspectos.

Dado que constituye un desafío para el sector público, se requiere la legitimación de las políticas de ciencia y tecnología a través de canales multimedia y no sólo en foros especializados. Es preciso lograr la obtención de recursos para las áreas de Comunicación y con ello ejecutar las estrategias de difusión planeadas. Sin embargo se ha logrado identificar que los científicos empiezan a entender que necesitan de un comunicólogo que “traduzca” los logros obtenidos a un lenguaje coloquial entendido por los ciudadanos. La divulgación es la continuación de la Ciencia y es lamentable que en América Latina no se tenga Ciencia, sino sólo investigaciones científicas no difundidas ni compartidas con la sociedad.

Se llevó a cabo una visita científica en Santiago de Chile en noviembre de 2013, la cual fue de gran valía por la amplia experiencia compartida en el quehacer y ámbito de acción de Difusión y Extensión, de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) y de su equipo de trabajo. Como resultado de esta visita se delinearán las acciones a implementar en materia de comunicación, las cuales contribuirán a integrar la estrategia de promoción y divulgación científica del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) de México.

RLA/0/049 ARCAL CXXI

Fortalecimiento del Entrenamiento del Personal Técnico en el Mantenimiento de Primera Línea de los Instrumentos Nucleares Usado en las Aplicaciones Nucleares del Uso Médico y de Laboratorios Asociados a Estos Servicios

Pedro Cruz Estrada, Coordinador de Proyecto
ININ

Objetivo

Establecer un programa regional de capacitación de recursos humanos para garantizar una formación adecuada de las personas en la operación, pruebas y calibración, mantenimiento y reparación de instrumentos nucleares utilizados en medicina nuclear, control de calidad de la radioterapia y la protección de la radiación asociada con el servicio y equipo de laboratorio.

Resultados, dificultades y problemas

Se capacitaron ocho profesionales de diferentes instituciones para realizar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de cámaras gamma. Durante el curso de mantenimiento de cámaras gamma se puso en operación y se diagnosticó una cámara gamma del Hospital Escandón, la cual será posible utilizar una vez que se hayan realizado los trámites de licencia ante la CNSNS.

Se capacitó a un profesional del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, para adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para supervisar las actividades de mantenimiento de los tomógrafos computarizados usados en su hospital. Esto tiene el objetivo de garantizar su funcionamiento y una buena calidad de los trabajos (diagnóstico) sin que aumenten o disminuyan las dosis que recibe el paciente.

Dificultades

No fue fácil involucrar al personal de los hospitales para que participen en las actividades de mantenimiento y reparación de cámaras gamma y tomógrafos computarizados, lo cual se debe generalmente a que los hospitales de México contratan estos servicios. Gracias a este proyecto ahora podrán supervisar las actividades de mantenimiento y reparación de sus cámaras gamma y tomógrafos computarizados, lo cual representará un ahorro económico sustancial porque ya no contratarán asesores para supervisar estos trabajos.

Es necesario continuar promoviendo dentro de los hospitales los conocimientos adquiridos durante la ejecución de este proyecto, así como involucrar al personal de otros hospitales para que participe en las actividades de mantenimiento y reparación de estos equipos mediante Cursos Nacionales.

Por otro lado, en México al igual que en otros países de América Latina la información técnica y el “software” de mantenimiento para este tipo de equipos continúa siendo un problema, por lo que es importante promover la creación de una base de datos con documentos técnicos y/o programas de servicio para estos equipos, la cual puede ser administrada por un país o bien por el OIEA.

Expertos y conferencistas recibidos

| Nombre del experto | País e institución del experto | Fecha inicio y término | Tema y/o actividad | Institución |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Dra. Angelina Díaz García | Cuba, CEADEN | 19-23 agosto | Impartir el curso nacional de capacitación de primera línea de cámaras gamma | Hospital Escandón, México |

RLA/1/011, ARCAL CXXIII “Apoyo a la automatización de sistemas y procesos en instalaciones nucleares”

Elvira Gaytán Gallardo, Coordinadora de Proyecto
Francisco Javier Ramírez Jiménez
ININ

Julio R. Salgado González
CNSNS

Objetivo

Fortalecer la automatización de sistemas y procesos con la garantía de la calidad del software que extiende la vida útil de los instrumentos nucleares

Resultados, dificultades y problemas

Un especialista de México desarrolló el programa y material de entrenamiento para el curso “Introducción a la metodología de validación de software” y se encargó de la revisión del material interactivo en formato electrónico realizado por Colombia. Con esto, México obtuvo el beneficio de contar con la metodología de verificación y validación de software actualizada a estándares ISO e IEC, la cual podrá ser aplicada en las diferentes instituciones que desarrollen o usen software aplicado a la instrumentación de uso nuclear, contribuyendo en el ahorro de costos de análisis, diseño, desarrollo y mantenimiento, y a contar con sistemas robustos. Además, facilitará la comprensión y uso de la metodología en México y contribuirá a que más países conozcan esta metodología y se beneficien con su uso. Al ser distribuida esta metodología en diferentes países miembros de ARCAL, se benefician también las instituciones participantes en el proyecto.

Asistieron 6 participantes del ININ al curso “Capacitación sobre el uso del código GEANT 4 (Monte Carlo) para la estimación de dosis durante automatizaciones de instalaciones con riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes”, contribuyendo así a aumentar las capacidades en aplicaciones de simulación, de procesos físicos y en la visualización y análisis de resultados. También el “Curso regional de entrenamiento en la actualización del conocimiento en instrumentos complejos empleando FPGA” permitió a un especialista mexicano introducirse en la metodología FPGA.

El ININ cuenta con una especialista que puede dictar cursos de la metodología de verificación y validación de software a países de América Latina y apoyar en la revisión de documentos relacionados con esta metodología. La coordinadora del proyecto por México fue instructora en el “Curso regional de capacitación sobre ejemplos de aplicación de la metodología de validación de software”, impartido en Lima, Perú, del 3 al 7 de junio de 2013 a participantes del proyecto. Existe interés en que el laboratorio de validación de software sea reconocido como centro regional.

Se participó en el desarrollo de una Guía para aplicación de QMS a proyectos de sistemas que incluyen FPGA, así como en la “Reunión de expertos” realizada en Santiago de Chile, para la revisión de procedimientos y planes desarrollados en el proyecto RLA/4/022 adaptados a los requisitos de estándares ISO-IEC y evaluación de la guía para aplicación de QMS a proyectos de sistemas que incluyen FPGA.

Dificultades

Debido a que el proyecto inició con 4 meses y medio de retraso, fue necesario reprogramar el tiempo de ejecución de algunas de sus actividades.

Expertos y conferencistas ofrecidos

| Nombre del experto | País e institución del experto | Fecha inicio y término | Tema y/o actividad | Institución |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Elvira Gaytán Gallardo | México, ININ | 3-7 junio | Curso regional de capacitación sobre ejemplos de la metodología de validación de software | Instituto Peruano de Energía Nuclear, Lima, Perú |
| Elvira Gaytán Gallardo | México, ININ | 8-12 julio | Revisión de los procedimientos y planes desarrollados en el proyecto RLA/4/022 adaptados a los requisitos de estándares ISO-IEC y evaluación de la guía para aplicación de QMS a proyectos de sistemas que incluyen FPGA | Comisión Chilena de Energía Nuclear, Santiago, Chile |
| Elvira Gaytán Gallardo | México, ININ | 2-6 diciembre | Reunión final del proyecto RLA/1/011 | Comisión Nacional de Energía Atómica Buenos Aires, Argentina. |

RLA/5/051 ARCAL C

Utilización de radionucleidos ambientales como indicadores de la degradación de las tierras en los ecosistemas de América Latina, el Caribe y la Antártida

Juan José Peña Cabriales, Coordinador de Proyecto
CINVESTAV, Unidad Irapuato

Objetivo

Mejorar la conservación y protección del suelo y del medioambiente en Latinoamérica, el Caribe y la Antártida. Establecer una red experimental enfocada a la implementación del uso de radionúclidos para estimar la erosión en sistemas específicos de los países participantes.

Resultados, dificultades y problemas

A nivel capacitación técnica-científica, la participación en este proyecto ha permitido conformar infraestructura humana sobre el uso de los "Fallout Radionuclides, FRN" para su implementación en estudios sobre erosión y degradación del suelo a nivel cuenca. Dicha técnica complementa los estudios realizados en el Laboratorio de Microbiología Ambiental sobre ciclaje de nutrimentos y prácticas de manejo del suelo en sistemas de producción agrícola, con el uso de técnicas nucleares, coadyuvando a generar información científica de alto impacto agronómico y ambiental que permita a las instituciones relacionadas con la agricultura y el medio ambiente tener información para su análisis y elementos de decisión para potenciales políticas de desarrollo sustentable.

Dificultades

Debido a que las técnicas implementadas en el desarrollo del proyecto son nuevas para el personal técnico-científico del Laboratorio de Microbiología Ambiental, solamente al final del mismo se consolidaron dichas capacidades técnicas. Por otro lado, en razón de no disponer de instrumentación de análisis de FRN propia (espectrómetro gamma) y a la concordancia de las etapas de muestreo del sistema de interés, se presentaron retrasos en la generación de datos. De gran trascendencia en términos de tiempo y costo resultó la liberación de los materiales donados por el OIEA.

RLA/5/060 ARCAL CXXVIII

Armonización y Validación de Métodos Analíticos para la Vigilancia del Riesgo para la Salud Humana de los Residuos y Contaminantes Químicos Presentes en los Alimentos

Alma Delia Hernández Fuentes, Coordinadora de Proyecto
UAEH

Objetivo

Garantizar la seguridad alimentaria y fomentar las buenas prácticas agrícolas y de producción para aumentar las exportaciones de alimentos.

Resultados, dificultades y problemas

Se avanzó en relación al cumplimiento del objetivo general de asegurar la inocuidad de los alimentos promoviendo las buenas prácticas agrícolas y de producción y aumentando las exportaciones de alimentos, así como en relación al objetivo específico de implementación de sistemas analíticos armonizados para el monitoreo de la inocuidad de los alimentos en los países participantes. Se asistió a más cursos de los programados y además del apoyo económico del OIEA, lo hubo de la UAEH sobre capacitación de métodos de validación para contaminantes inorgánicos, validación de pesticidas, metodologías de detección y análisis de residuos de plaguicidas por QuEChERS, y análisis de riesgo, por parte de profesores de la UAEH y la UAZ. Se tuvo apoyo de los países participantes sobre las técnicas en metales pesados y para la visita a sus laboratorios y capacitación en las técnicas de interés, además de la colaboración para trabajar en forma conjunta. Actualmente se está iniciando con la red de laboratorios en México y se están estableciendo convenios con Agrolab en México, ININ, UAZ y Universidad Autónoma de Chiapas, y se están realizando análisis para la comparación de los resultados intralaboratoriales. Las capacitaciones recibidas mostraron los pasos a seguir para la acreditación de un laboratorio, las áreas que debe tener un laboratorio de contaminantes orgánicos e inorgánicos, los equipos que deben adquirirse por calidad de las determinaciones y fácil manejo, además de la armonización de metodologías en contaminantes orgánicos e inorgánicos y sobre todo la relación con otras instituciones de la región para intercambiar experiencias y apoyo técnico realizando análisis extralaboratoriales. También concientizar a las autoridades del sector académico por parte de universidades, sector gobierno, Secretaría de Agricultura del Estado de Hidalgo y Consejo de Ciencia y tecnología del Estado de Hidalgo, para apoyar en la compra de equipos e insumos para realizar validaciones de las técnicas. Se adquirió un espacio "Laboratorio de Poscosecha" por parte del CICYTA-UAEH con apoyo de la UAEH, equipo menor y de absorción atómica entre otros. Se realizó una evaluación por expertos del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de Costa Rica, sobre el proceso para acreditación del laboratorio de Poscosecha del CUCyTA-ICAp-UAEH. Se concluyó un trabajo sobre diagnóstico de metales pesados en aguas y hortalizas en el Valle del Mezquital Hidalgo. Se recibió capacitación mediante cursos, en relación a métodos de validación para contaminantes inorgánicos, validación de

pesticidas, metodologías de detección y análisis de residuos de plaguicidas por QuEChERS y análisis de Riesgo. Se difundieron las metodologías y se realizaron algunos análisis para la comparación de los resultados intralaboratoriales. Se elaboró un documento de acuerdo de cooperación interinstitucional, que fue el ingreso a la red RALACA (Red Analítica de Latino América y el Caribe).

RLA/5/063 ARCAL CXXVI

“Apoyo a la mejora genética de los cultivos subutilizados y de otros cultivos importantes para el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades rurales”

Eulogio de la Cruz, Coordinador de Proyecto
ININ

Objetivo

Mejorar la disponibilidad y la calidad de cultivos de valor muy especial en Latino América y el Caribe por mutagénesis radio-inducida con énfasis en cultivos sub utilizados.

Resultados, dificultades y problemas

Como resultado de los conocimientos obtenidos en el curso regional “Caracterización de Germoplasma Nativo y Elaboración de Descriptores”, se inició la caracterización de especies nativas con potencial como *Jatropha curcas* y se actualizaron los descriptores de *Chenopodium* y *Amaranthus*, realizándose la caracterización de 21 colectas de *Chenopodium* así como de 26 de *Amaranthus*.

La participación en la Segunda Reunión de Coordinación del Proyecto Coordinado de Investigación “Approaches to Improvement of Crop Genotypes with High Water and Nutrient use Efficiency for Water Scarce Environments”, permitió establecer las metodologías para la evaluación del uso eficiente de fertilizantes en 5 líneas avanzadas de pseudocereales.

Se efectuó una visita científica a la Habana, Cuba del 11 al 22 de noviembre, y como resultado se establecieron en México protocolos para evaluar la tolerancia a condiciones adversas de aguacate y pseudocereales *in vivo* e *in vitro*. Se aplicaron iniciadores (primers) para evaluar mediante ISSR la diversidad existente en 6 colectas de germoplasma y 5 selecciones sobresalientes de aguacate.

Las actividades del proyecto en el país han tenido un impacto significativo en la productividad de los pseudocereales. De las 6 selecciones detectadas en el ciclo anterior (generación M2), en este ciclo se seleccionaron 3 líneas con un rendimiento superior a los 50 g/planta, lo que significa un incremento del 53% en productividad, permitiendo una producción de 1093 kg/ha. Es de destacar que estas tres líneas continúan manteniendo el atributo de precocidad, con una reducción de hasta 45 días al inicio de floración respecto a selecciones tardías, lo que es de gran importancia pues permiten brindar alternativas de cultivo en áreas con problemas de heladas tempranas o tardías.

Con relación al huauzontle, se han seleccionado líneas como la H18 cuya productividad es de hasta 70 g/planta (1.5 ton/ ha). Dentro de los atributos mejorados destaca la panoja grande (hasta 70 cm) y compacta. El análisis bromatológico de esta línea arroja

un contenido de proteínas del 17%, aspecto fundamental para mejorar la nutrición de habitantes de comunidades rurales, sobre todo de grupos étnicos como el otomí, a quienes se les ha distribuido semilla de esta línea para autoconsumo.

Con relación a la chía roja, se han continuado estudios de dos líneas de la generación M2 que además de alta productividad, presentan un contenido de proteínas entre el 15 y el 17%, pero además presentan pigmentos como antocianinas, que se han caracterizado por microscopía electrónica de barrido (MEB) y que pueden servir como colorantes para la agroindustria alimentaria. También el almidón de las líneas de chía roja obtenida por mutagénesis radioinducida ha presentado cualidades óptimas para servir como biomaterial encapsulante en la industria alimentaria y farmacéutica.

Los estudios relativos al aprovechamiento de los pseudocereales obtenidos por mutagénesis radioinducida brindan posibilidades de ampliar los usos y el mercado de estas especies nativas en peligro de extinción. El impacto de estos resultados tiene relevancia al desarrollar nuevos usos y en consecuencia nuevos mercados con posibilidades de arraigar al campesino en su tierra. A la fecha se ha establecido una propuesta de agroindustria a pequeña escala en la comunidad de Opopeo, Michoacán, para generar valor agregado a la chía roja mediante la elaboración de productos para la panificación.

Con relación a aguacate, en la generación V1 se detectaron variantes de porte bajo y precoces en la dosis de 15 Gray. Las selecciones porte bajo obtenidas mediante irradiación a 15 Gray, permiten vislumbrar la posibilidad de incrementar la densidad de plantación de 100 árboles por hectárea a 400, lo que implica un incremento del 400% en la eficiencia de uso del suelo.

Expertos y conferencistas recibidos

| Nombre del experto | País e institución del experto | Fecha inicio y término | Tema y/o actividad | Institución |
|--------------------|----------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Jeff Maughan | Estados Unidos de Norteamérica, Brigham Young University | 18 al 22 de febrero | Instructor en el "Curso Regional Caracterización de Germoplasma Nativo y Elaboración de Descriptores", Montecillo, México | Colegio de Posgraduados ININ |

Contratos de investigación recibidos

| Título de la investigación | Título del PCR | Monto asignado | Nombre del investigador | Institución |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|-------------|
| Improvement of pseudocereals native to Mexico by radioinduced mutagenesis for high yield and enhanced adaptability to climate change | CRPD200013 2.1.1.3 (E 1.03) Crop Improvement for High Yield and Enhanced Adaptability to Climate Change | 8,000 euros | Eulogio de la Cruz Torres | ININ |

Conferencistas ofrecidos

| Nombre del experto | País e institución del experto | Fecha inicio y término | Tema y/o actividad | Institución |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Eulogio de la Cruz Torres | México, ININ | 18-22 de diciembre | Ponentes en el <i>Curso Regional Caracterización de Germoplasma Nativo y Elaboración de Descriptores</i> | Colegio de Posgraduados |
| Porfirio Ramírez Vallejo | México, Colegio de Posgraduados | | | |
| Fernando Castillo González | | | | |
| Heike Vibrans | | | | |
| Salvador Miranda Colín | | | | |
| Remigio Guzmán Plazola | | | | |
| José Luis Chávez Servia | | | | |
| Arturo Estrada Gómez | | | | |
| Amalio Santracruz | | | | |
| Ricardo Lobato | | | | |
| Heber Aguilar | | | | |
| Tarcicio Corona | | | | |
| Manuel Livera Muñoz | | | | |
| María de la Luz Ramírez | | | | |
| Jesús Salmerón Erdosay | | | | |

RLA/6/061 ARCAL CVII

Capacitación y actualización de los conocimientos en la esfera de física médica

Valdemar Z. González V., Coordinador de Proyecto
Centro Universitario Contra el Cáncer, UANL

Objetivo

Capacitar y actualizar conocimientos en física médica y radioterapia, medicina nuclear e imagenología.

Resultados, dificultades y problemas

Los conocimientos adquiridos en los cursos impartidos en el Argonne National Laboratory, Illinois, U.S.A. serán de mucha utilidad en las instituciones a las que pertenecen los participantes, debido a que en el sector salud público se han hecho compras muy importantes de equipo de radioterapia de última generación con capacidad de ejecutar radioterapia de intensidad modulada dinámica, entre otras aplicaciones altamente sofisticadas. Lo anterior obliga a contar con profesionales de la física médica clínica cada vez mejor capacitados y con verdaderas competencias profesionales para desempeñarse adecuadamente en el ámbito clínico, dado el papel fundamental que desempeñan para la correcta ejecución y entrega de las técnicas de radioterapia más avanzadas que existen en la actualidad.

Los candidatos propuestos para estos eventos serán capaces de coadyuvar para brindar una mejor atención de tratamientos de radiación con técnicas avanzadas, en conjunto con el oncólogo radioterapeuta, a través de la entrega de tratamientos óptimos para el paciente, minimizando las dosis a tejidos sanos y maximizando las dosis a los tumores, cumpliendo con la seguridad radiológica del propio paciente y del personal operador de las unidades de terapia y demás personal paramédico de las instalaciones donde laboren. Lo anterior, es esencial para dar cumplimiento cabal, a las normas y demás regulación que apliquen en cada caso.

La capacitación de alta calidad del físico médico clínico sienta las bases para una buena atención en un departamento de radioterapia moderno, aspecto esencial en la actualidad.

RLA/6/063 ARCAL CIX

Mejoramiento de la atención a los pacientes con enfermedades cardíacas y con cáncer mediante el fortalecimiento de las técnicas de medicina nuclear en América Latina y el Caribe

Neri Obed Hernández Herrera, Coordinador de Proyecto
Centro Oncológico Estatal, ISSEMYM

Objetivo

Mejorar la atención de los pacientes con enfermedades cardíacas y cáncer mediante el fortalecimiento de las técnicas de medicina nuclear en América Latina y el Caribe.

Resultados, dificultades y problemas

El Impacto de las actividades de este proyecto para nuestro país se proyectó en la capacitación de médicos especialistas en Medicina Nuclear en el área de cardiología nuclear, mediante la realización del Curso Regional en Cardiología Nuclear Avanzada, del 14 al 18 de enero en las instalaciones del Instituto Nacional de Cardiología de la Ciudad de México, en donde se capacitaron y actualizaron 180 médicos cardiólogos y 50 médicos nucleares. Se difundieron las ponencias vía electrónica para aquellos que no pudieron asistir y en total se contabilizaron 558 visitas virtuales.

El proyecto ha permitido a México mejorar las aplicaciones clínicas de las técnicas de medicina nuclear en cardiología y oncología a través de la actualización y homogenización de los procedimientos en la región, lo que se deberá traducir en una realización, interpretación y diagnóstico más eficaces. Se mejoró el papel de las técnicas de medicina nuclear en la toma de decisiones como una estrategia costo-efectiva en la atención de pacientes con dolencias cardíacas y cáncer. Se obtuvo entrenamiento regional armonizado para los profesionales involucrados en la práctica de la medicina nuclear en el uso efectivo del SPECT, SPECT/CT, PET/CT, sondas intra-operatorias y métodos terapéuticos, así como en la elaboración de directrices sobre la armonización de los programas de control y aseguramiento de calidad llevados a cabo en los servicios de medicina nuclear.

Para lograr los objetivos propuestos se utilizaron cursos regionales, visitas de expertos a congresos nacionales y la estandarización de los protocolos utilizados en medicina nuclear. En la realización de los cursos regionales se contó con la participación activa de expertos locales, sin costo para el proyecto, muchos de ellos del área clínica, logrando así la integración de la especialidad de medicina nuclear con las especialidades clínicas.

Se llevó a cabo la estandarización y documentación de protocolos clínicos de las siguientes técnicas radioisotópicas de cardiología y oncología nuclear:

Oncología Nuclear:

- Gammagrafía con análogos de somatostatina
- Gammagrafía mamaria con SESTAMIBI
- SPECT con galio 67 en oncología
- SPECT con talio-201 o Tc-99m SESTAMIBI en oncología
- SPECT de paratiroides
- SPECT óseo
- PET con FDG
- PET con galio68-análogos de somatostatina

Cardiología Nuclear:

- Perfusión Miocárdica
- Ventriculografía Isotópica
- PET con FDG

Gracias al permanente apoyo, coordinación y liderazgo de la mayoría de los jefes de servicio de medicina nuclear en el país, se logró un importante impacto en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Es importante que este compromiso sea asumido por todos los médicos nucleares de nuestro país, dado que el cumplimiento de las actividades está relacionado directamente con su labor. Por ello se dará seguimiento semestral aun con la finalización de este proyecto.

Expertos y conferencistas recibidos

| Nombre del experto | País e institución del experto | Fecha inicio y término | Tema y/o actividad | Institución |
|---------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Joao Vitola | Brasil, OIEA | 14 al 18 de enero | Curso regional en entrenamiento de cardiología nuclear avanzada | Instituto Nacional de Cardiología |
| Fernando Mut Bastos | Uruguay, Hospital Socorro Mutuos | | | |
| Albert Flotas | España, Hospital de Cardiología Nuclear | | | |

RLA/7/014 ARCAL CXVI

Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de las floraciones de algas nocivas en la región del Caribe, mediante la aplicación de técnicas nucleares avanzadas, evaluaciones radioecotoxicológicas y bioensayos

Ana Carolina Ruiz Fernández, Coordinadora de Proyecto
ICMyL, UNAM

Objetivo

Contribuir a la reducción de riesgos para la salud pública y para las economías locales producidos por las floraciones de algas nocivas en el área del Caribe mediante la aplicación de técnicas nucleares.

Resultados, dificultades y problemas

En coordinación con servicios de salud de Sinaloa, se trabajó en marzo-abril en un florecimiento algal tóxico que provocó una contingencia sanitaria, específicamente proveyendo información que permitiera la definición de fechas de establecimiento y culminación de la veda para consumo de moluscos extraídos del puerto y bahía de Mazatlán, debido a la presencia de *Gymnodinium catenatum* en densidades de hasta 6 millones de células/L. La contribución permitió establecer fechas realistas que contribuyan a minimizar el impacto de la contingencia sanitaria sobre la economía de la industria turística del puerto.

Dificultades

Se recibió la donación de una cámara Cannon para usarla con el microscopio Nikon TS100 pero no se recibió el adaptador que permite tener el campo adecuado en las fotografías. Se ha solicitado el apoyo de Nikon México, pero la respuesta es que no existe un adaptador, aunque están en busca de una solución al problema. Esta experiencia indica que la selección del equipo donado no fue la adecuada, pues no se contempló que tendría que adaptarse a los diversos microscopios que existen en la región.

Durante la segunda mitad del proyecto, la coordinación entre el Oficial Técnico (TO), el Administrador del Proyecto (PMO), el miembro designado del equipo de trabajo (DTM) y el resto de los participantes en la región fue bastante deficiente, razón por la cual no se completaron las actividades propuestas originalmente en el plan de trabajo del proyecto. Se contempla que algunas de estas actividades se incluyan en el nuevo proyecto RLA/7/020 a iniciar en 2014, por lo cual se espera que se realice una capacitación pendiente en el análisis de toxinas marinas por espectrometría de masas.

RLA/7/016 ARCAL CXXVII

Empleo de isótopos para la evaluación hidrogeológica de los acuíferos excesivamente explotados en América Latina

Luis González Hita, Coordinador de Proyecto
IMTA

Objetivo

Caracterizar el empleo de isótopos ambientales para determinar el estado hidrogeológico de los acuíferos seleccionados que son intensamente explotados en América Latina y el Caribe

Resultados, dificultades y problemas

Este proyecto está vinculado con dos casos de estudio de gran importancia y prioridad para el sector hídrico del país. El primero de ellos está directamente relacionado con la exploración de acuíferos profundos del valle de México, con el objetivo principal de precisar la potencialidad y calidad de los recursos de agua existentes en el subsuelo de la ciudad de México. La información que se derive del proyecto coadyuvará en el conocimiento del funcionamiento y calidad del acuífero profundo y, en consecuencia, contribuirá a la obtención de fuentes adicionales de agua para el abastecimiento de la zona metropolitana del valle de México y a reducir el hundimiento del terreno ocasionado por la extracción excesiva a que ha sido sometido el acuífero en explotación. Esta posibilidad ha motivado a las autoridades encargadas del manejo y administración del agua a diseñar y poner en marcha un programa de exploración que contempla la revisión, análisis y actualización de la información existente inherente al caso, a desarrollar estudios de geofísica de exploración y a la perforación de cuatro pozos profundos exploratorios adicionales. Todas estas actividades están orientadas a la exploración, evaluación y desarrollo de los acuíferos profundos del valle de México. Los resultados permitirán beneficiar directamente a una parte importante de la población que habita el valle de México y que ya enfrenta problemas severos de estrés hídrico, permitiendo adicionalmente abatir problemas de hundimiento del subsuelo que impactan de manera significativa las obras de tipo civil.

El segundo caso tiene como propósito evaluar la calidad del agua subterránea en los diferentes estratos que conforman el acuífero granular multicapa de la región lagunera de los estados de Coahuila y Durango, y asociar los constituyentes disueltos del agua subterránea con la composición mineralógica del subsuelo, para definir los horizontes que contienen agua apta para consumo humano. Desde principios de la década de los años 60, instituciones del sector salud reportaron problemas de salud en la población de la Comarca Lagunera, debidos al consumo de agua con elevadas concentraciones de arsénico. El agua proviene del acuífero aluvial que representa la principal fuente de abastecimiento para más de dos millones de habitantes. Los resultados del proyecto contribuirán al diseño de pozos que permitan la extracción selectiva de agua de buena

calidad, acorde con la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994, con un impacto favorable para millones de habitantes de la zona estudiada.

Dificultades

En el proyecto participan 14 países de la región latinoamericana. Los especialistas y técnicos responsables de cada caso de estudio han enfrentado dificultades en la interpretación de resultados de campo y laboratorio, especialmente en la modelación hidrogeoquímica de datos. Por limitación de recursos económicos, únicamente se realizaron capacitaciones en los temas de aplicación de isótopos estables en proyectos de hidrología y en la datación de aguas subterráneas. Se pospuso en cambio la capacitación de modelación hidrogeoquímica, originalmente detectada como una necesidad por parte de los participantes en el proyecto. Esta dificultad se ha cubierto de manera limitada a través de consultas con los oficiales técnicos del proyecto y con los expertos instructores de los dos cursos de capacitación desarrollados.

Expertos y conferencistas recibidos

| Nombre del experto | País e institución del experto | Fecha inicio y término | Tema y/o actividad | Institución |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Iñaki Vadillo Pérez | España | 8 al 12 de abril | Instructor del Módulo 1: Aplicación de isótopos estables en proyectos de hidrología | IMTA |
| Daniel E. Martínez | Argentina | 15 al 19 de abril | Instructor del Módulo 2: Datación de aguas subterráneas | IMTA |

RLA/9/072 ARCAL CXXIX

Apoyo a la creación de una base de datos de valores de radiactividad en alimentos típicos de la región de América Latina

Ligia Josefina Ruiz Esparza, Coordinadora de Proyecto
CNSNS

Objetivo

Caracterización radiológica de la comida típica que se cultiva en América Latina para crear una base de datos georeferenciada.

Resultados, dificultades y problemas

Durante el año se realizó la capacitación de personal en temas que anteriormente no habían sido incluidos, tales como el uso de software de libre acceso para integrar los datos (localización del punto de muestreo, concentración de actividad de la muestra) en la base de datos regional de América Latina.

Se tuvo intercambio de experiencias con los expertos del OIEA así como de países latinoamericanos participantes en el proyecto. Durante una reunión en Montevideo se discutieron temas técnicos relacionados con el análisis de concentración de radiactividad en alimentos, tales como cálculos de incertidumbre y límites críticos, evaluación de resultados y sistema de la calidad, validación de ensayos (participación en programas de intercomparación de muestras)

Continuó el análisis de muestras de alimentos de México y hasta el momento se han generado resultados por espectrometría gamma de 119 muestras. Los datos obtenidos representan un avance importante para la construcción de una línea base de radionúclidos en alimentos de consumo interno, la cual no ha sido hecha previamente. Una aplicación directa de los valores generados de esta base de datos georeferenciados es el cálculo de dosis por incorporación de radionúclidos en alimentos producidos en el país. Otra aplicación directa es la toma de decisiones a través de la comparación de los valores de radiactividad en alimentos importados en relación con los producidos en el país.

Dificultades

Una de las dificultades que se presentó fue la carencia del equipo de localización satelital GPS para la ubicación de las muestras que se recolectaron inicialmente. Este equipo ya fue proporcionado y se emplea para obtener los datos de localización de las muestras obtenidas. Otro problema que persiste hasta el momento es la falta de estándares radiactivos para la verificación de calibración por energía y eficiencia de los equipos de espectrometría gamma. Se espera que en breve el OIEA proporcione dichos estándares.

4. ANEXOS

ANEXO 4.1

PROYECTOS EN LOS QUE MÉXICO PARTICIPÓ DURANTE 2013

| Nº | Código | Título del proyecto | Coordinador del proyecto | Institución |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | RLA/0/037 ARCAL CXIX | Apoyo al aumento sostenible del uso de reactores de investigación en la región de América Latina y el Caribe mediante la creación de redes, el intercambio de experiencias, la conservación de los conocimientos y la capacitación de recursos humanos | Fortunato Aguilar Hernández Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 13690 fortunato.aguilar@inin.gov.mx | ININ |
| 2 | RLA/0/045 ARCAL CXXX | Apoyo al acuerdo regional para el fortalecimiento del programa regional de América Latina | Lydia Paredes Gutiérrez Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 11000 lydia.paredes@inin.gov.mx | ININ |
| 3 | RLA/0/046 ARCAL CXXXI | Fortalecimiento de las comunicaciones y asociaciones en los países miembros de ARCAL para mejorar las aplicaciones y la sostenibilidad nucleares | Lydia Paredes Gutiérrez Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 11000 lydia.paredes@inin.gov.mx | ININ |
| 4 | RLA/0/049 ARCAL CXXI | Fortalecimiento del entrenamiento del personal técnico en el mantenimiento de primera línea de los instrumentos nucleares usado en las aplicaciones nucleares del uso médico y de laboratorios asociados a estos servicios | Pedro Cruz Estrada Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 14471 pedro.cruz@inin.gov.mx | ININ |
| 5 | RLA 1/011 ARCAL CXXIII | Apoyo a la automatización de sistemas y procesos en instalaciones nucleares | Elvira Gaytán Gallardo Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 12441 elvira.gaytan@inin.gov.mx | ININ |
| 6 | RLA/5/051 ARCAL C | Utilización de radionucleidos ambientales como indicadores de la degradación de las tierras en los ecosistemas de América Latina, el Caribe y la Antártida | Juan José Peña Cabriales Tel. +52 (462) 623 9632 jpena@ira.cinvestav.mx | CINVESTAV Irapuato |
| 7 | RLA/5/060 ARCAL CXXVIII | Armonización y validación de métodos analíticos para la vigilancia del riesgo para la salud humana de los residuos y contaminantes químicos presentes en los alimentos | Alma Delia Hernández Fuentes Tel. +52 (775) 753 3495 almadhf@yahoo.com.mx | UAEH |
| 8 | RLA/5/063 ARCAL CXXVI | Apoyo a la mejora genética de los cultivos subutilizados y de otros cultivos importantes para el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades rurales | Eulogio de la Cruz Torres Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 2304 eulogio.delacruz@inin.gov.mx | ININ |
| 9 | RLA/6/061 ARCAL CVII | Capacitación y actualización de los conocimientos en la esfera de física médica | Valdemar Z. González V. Tel. +52 (81) 8333 6863 Ext. 232 vzgonzalez@hotmail.com. | UANL |
| 10 | RLA/6/063 ARCAL CIX | Mejoramiento de la atención a los pacientes con enfermedades cardíacas y con cáncer mediante el fortalecimiento de las técnicas de medicina nuclear en América Latina y el Caribe | Neri Obed Hernández Herrera Tel. +52 (722) 276 6820 Ext. 3430 neryobed@yahoo.com.mx | Centro Oncológico Estatad ISSEMYM |

| | | | | |
|----|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 11 | RLA/7/014 ARCAL CXVI | Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de las floraciones de algas nocivas en la región del Caribe, mediante la aplicación de técnicas nucleares avanzadas, evaluaciones radioecotoxicológicas y bioensayos | Ana Carolina Ruiz Fernández Tel. +52 (669) 985 3845 caro@ola.icmyl.unam.mx | ICMyL UNAM |
| 12 | RLA/7/016 ARCAL CXXVII | Empleo de isótopos para la evaluación hidrogeológica de los acuíferos excesivamente explotados en América Latina | Luis González Hita Tel. +52 (777) 3293 600 lghita@tlaloc.imta.mx | IMTA |
| 13 | RLA/9/072 ARCAL CXXIX | Apoyo a la creación de una base de datos de valores de radiactividad en alimentos típicos de la región de América Latina | Ligia Josefina Ruiz Esparza Tel. +52 (55) 50 95 32 14 ljruiz@cnsns.gob.mx | CNSNS |

ANEXO 4.2

PARTICIPACIÓN NACIONAL EN REUNIONES DE COORDINACIÓN, TALLERES Y GRUPOS DE TRABAJO

| No | Código del proyecto | Tipo de evento, lugar y fecha | Nombre del participante | Institución | |
|----|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|
| 1 | RLA/0/037 ARCAL CXIX | Curso de Capacitación Regional sobre Aspectos Prácticos de la Producción de Generadores de Mo-99/Tc-99 y Radiofármacos de I-131, CENTIS, La Habana, Cuba, 25 de febrero al 1 de marzo de 2013 | Carlos César Rodríguez Cuevas | ININ | |
| | | | Carla Paulina Zepeda Rojas | | |
| 2 | RLA/0/037 ARCAL CXIX | "Meeting on Development and Implementation of Strategic Plans at Research Reactors", Viena, Austria, 8 al 12 de julio de 2013 | Fortunato Aguilar H. | ININ | |
| 3 | RLA/0/037 ARCAL CXIX | Primera Reunión para Iniciar una Red Regional de Radioisótopos (RI) y Radiofármacos (RF), CNEA-Argentina Bariloche, 2 al 6 de septiembre de 2013 | Fortunato Aguilar H. | ININ | |
| | | | José Ignacio Tendilla del Pozo | | |
| 4 | RLA/0/037 ARCAL CXIX | Workshop on Metrology of Instrumental Neutron Activation Analysis Procedures at the Caribbean Research Reactor Coalition, Centro Nuclear de México "Dr. Nabor Carrillo Flores", 18 al 22 de noviembre de 2013 | Carmen López R. Dolores Tenorio Roberto Raya A. J. Omar Mejía Pastor Enríquez Fortunato Aguilar H. | ININ | |
| | | | Yolanda Cañon | | Ingeominas-Colombia |
| | | | John Preston | | UWI, Jamaica |
| | | | Peter Bode (Experto) | | Univ. Tec. Delft |
| 5 | RLA/0/045 ARCAL CXXX | XIV Reunión del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA)", Asunción, Paraguay, 26 al 28 de junio de 2013 | Lydia Paredes Gutiérrez | ININ | |
| 6 | RLA/0/045 ARCAL CXXX | 2ª Reunión de los Grupos de Trabajo Temáticos" del Perfil Estratégico Regional, Viena, Austria, 13 al 17 de mayo de 2013 | Lydia Paredes Gutiérrez | ININ | |
| 7 | RLA/0/045 ARCAL CXXX | Quincuagésima Séptima Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA, Viena, Austria, 16 al 20 de septiembre de 2013 | Lydia Paredes Gutiérrez | ININ | |
| 8 | RLA/0/045 ARCAL CXXX | Tercera Reunión del Grupo de Trabajo de Coordinación y Supervisión del Perfil Estratégico Regional (PER), Viena, Austria, 4 al 8 de noviembre | Lydia Paredes Gutiérrez | ININ | |
| 9 | RLA/0/046 ARCAL CXXXI | "Curso Regional de Capacitación a Comunicadores de la Región de América Latina: Aplicaciones Nucleares y Comunicación Estratégica", Buenos Aires, Argentina, 11 al 15 de noviembre de 2013 | Elizabeth López Barragán | ININ | |
| 10 | RLA/0/046 ARCAL CXXXI | Visita científica, Santiago de Chile, 18 al 29 de noviembre de 2013 | Elizabeth López Barragán | ININ | |
| 11 | RLA/0/049 ARCAL CXXI | Curso regional de capacitación sobre mantenimiento de primera línea de tomógrafos computarizados, San José, Costa Rica, 29 de julio a 9 de agosto de 2013 | Verónica H. Vélez Doris | INER | |

| | | | | |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 12 | RLA/0/049 ARCAL CXXI | Curso Nacional de capacitación de primera línea de cámaras gamma, 19 al 23 de agosto de 2013, México, D.F. (Hospital Escandón) | Joab David Díaz García | Sophamex |
| | | | Herberth Bravo Hdez. | HB Ingeniería para la salud |
| | | | Verónica H. Vélez Donis | INER |
| | | | Luis F. Ramírez Hdez. | Hosp. Escandón |
| | | | Juan C. Rodríguez R. | Hosp. Escandón |
| | | | Álvaro Vera Wong | Hosp. Escandón |
| | | | Mario C. Hernández C. | Hosp. Escandón |
| | | | Pedro Cruz Estrada | ININ |
| | | | Angelina Díaz García (Experta) | Cuba, CEADEN |
| 13 | RLA/1/011 ARCAL CXXIII | Capacitación sobre el uso del código GEANT 4 (Monte Carlo) para la estimación de dosis durante automatizaciones de instalaciones con riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes, ININ, 28 de enero al 1 de febrero de 2013 | Mario Alberto Gadan | CNEA, Argentina |
| | | | Gabriela Hoff (Experta) | UBEA-PUCRS, Brasil |
| | | | Loreto C. Sepúlveda-Valdebenito | CCHEN, Chile |
| | | | José Aníbal Rubio Calcano | CNE, República Dominicana |
| | | | Jorge H. Bastidas P. | SCAN, Ecuador |
| | | | Jorge E. Flores Herrera | SERNA-DGE Honduras |
| | | | Eduardo Cunya Carmona | IPEN, Perú |
| | | | Eduardo Manuel Pellicer | MIEM, Uruguay |
| | | | Carlos A. Leal Fernández | IVIC, Venezuela |
| | | | Pedro Cruz Estrada | ININ |
| | | | Jesús de la Torre Orozco | ININ |
| | | | Marco Antonio Lucatero | ININ |
| | | | Luis Mondragón C. | ININ |
| | | | Francisco J. Ramírez J. | ININ |
| | | | Eva Leticia Rojas C. | ININ |
| Elvira Gaytán Gallardo Instructora y Directora | ININ | | | |
| José J. Carmona Lemus (Apoyo informático) | ININ | | | |
| 14 | RLA/1/011 ARCAL CXXIII | Curso regional de entrenamiento en la actualización del conocimiento en instrumentos complejos empleando FPGA, Quito, Ecuador, 13-17 de mayo de 2013 | Jose Luis González Marroquín | ININ |
| 15 | RLA/1/011 ARCAL CXXIII INT/0/085 | Curso regional de capacitación sobre ejemplos de la metodología de validación de software, IPEN, Lima, Perú, 3 al 7 de junio de 2013 | Elvira Gaytán Gallardo (Instructora) | ININ |
| 16 | RLA/1/011 ARCAL CXXIII | Revisión de los procedimientos y planes desarrollados en el proyecto RLA/4/022 adaptados a los requisitos de estándares ISO-IEC y evaluación de la guía para aplicación de QMS a proyectos de sistemas que incluyen FPGA, CCHEN, Santiago de Chile, 8 al 12 de julio de 2013 | Elvira Gaytán Gallardo | ININ |
| 17 | RLA/1/011 ARCAL CXXIII | Reunión final de coordinadores de proyecto, CNEA, Buenos Aires, Argentina, 2 al 6 de diciembre de 2013 | Elvira Gaytán Gallardo | ININ |

| | | | | |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 18 | RLA/5/051 ARCAL C | Training on use of Compound Specific Stable Isotope (CSSI) technique, Hamilton, New Zealand, National Institute of Water and Atmosphere, 15 de enero al 15 de marzo de 2013 | Sergio de los Santos Villalobos (Becario) | CINVESTAV |
| 19 | RLA/5/060 ARCAL CXXVIII | Reunión regional sobre análisis de riesgo y técnicas de monitoreo y muestreo, Uruguay, 11 al 15 de marzo del 2013 | Alma Delia Hernández | UAEH |
| 20 | RLA/5/060 ARCAL CXXVIII | Curso de validación de métodos analíticos para la cuantificación de metales pesados e introducción a los sistemas de gestión de calidad, CICYTA-ICAP-UAEH, 15 al 20 de abril de 2013 | Alma Delia Hernández | UAEH |
| | | | José Manuel Pinedo E. | UAZ |
| | | | Johan Molina Delgado (Experto OIEA) | CICA Costa Rica |
| 21 | RLA/5/060 ARCAL CXXVIII | Curso regional de capacitación sobre residuos de plaguicidas, Belo Horizonte, Brasil, 10 al 22 de septiembre del 2013 | Alma Delia Hernández | UAEH |
| 22 | RLA/5/060 ARCAL CXXVIII | Auditoría en el Laboratorio de Poscosecha del CICYTA-ICAP-UAEH, 8-15 diciembre de 2013 | Mario Masís M. (Auditor) | CICA Costa Rica |
| 23 | RLA/5/060 ARCAL CXXVIII | Reunión final del proyecto, CICYTA UAEH, Pachuca, México, 8 al 13 de diciembre de 2013 | Anna Lucia Casanas Hasis Villavicencio | Brasil |
| | | | Mario Alberto Masís | Costa Rica |
| | | | Elizabeth Carazo Rojas | Costa Rica |
| | | | Damaris L. Moreno A. | Cuba |
| | | | Ma. del Carmen Castillo | Guatemala |
| | | | José Manuel Pinedo | UAZ |
| | | | Carlos E. Vallejos T. | Nicaragua |
| | | | Brenda I. Checa Orrego | Panamá |
| | | | Silvia Caballero de C. | Paraguay |
| | | | Ana Cecilia Ramos M. | Perú |
| | | | Giovanni Galietta | Uruguay |
| | | | Nilyan J. Rodríguez S. | Venezuela |
| | | | Alma Delia Hernandez | UAEH |
| | | | José M. Pinedo Espinoza | UAZ |
| Britt Maestroni (Experta) | OIEA | | | |
| 24 | RLA/5/063 ARCAL CXXVI | Curso regional Caracterización de Germoplasma Nativo y Elaboración de Descriptores, Montecillo, México, 18 al 22 de febrero de 2013 | Eulogio de la Cruz Torres | ININ |
| | | | Juan Manuel García | ININ |
| | | | Regina Bouchán Glez. | Colegio Posgraduados |
| | | | Jesús Salmerón Erdosay | Col. Superior Agropecuario del Edo. de Guerrero |
| | | | Fanny Hernández | Colegio Posgraduados |
| | | | Victor Hugo Mendoza | Bolivia |
| | | | Aura Elena Suchini Farfán | Guatemala |
| | | | Michelange Vilner | Haití |
| | | | Elba N. Vallejo Rodríguez | Venezuela |
| | | | Aura Morales de Borja | El Salvador |
| | | | Ximena V. Calderón | Chile |
| | | | Cairo Sotelo Niño | Nicaragua |
| | | | Ester Wickert | Brasil |
| | | | Ruth S Romero Paucar | Perú |
| Hernán Pablo Burrieza | Argentina | | | |

| | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| | | | Nelson F Amézquita | Colombia |
| | | | Noraida de Jesús Pérez | Cuba |
| | | | Norman D. Escoto Gudiel | Honduras |
| | | | Ramiro Maldonado P. | Colegio Posgraduados |
| | | | Marco A. García Perea | Colegio Posgraduados |
| | | | Jaime Canul Ku | INIFAP |
| | | | Martín Rubí Arriaga | UAEM |
| | | | Dolores Briones Reyes | Colegio Posgraduados |
| | | | María Rodríguez García | Colegio Posgraduados |
| 25 | RLA/5/063 ARCAL CXXVI | Second RCM of the Co-ordinated Research Project "Approaches to Improvement of Crop Genotypes with High Water and Nutrient use Efficiency for Water Scarce Environments", Kuala Lumpur, Malaysia, 24-28 de junio 2013 | Eulogio de la Cruz Torres | ININ |
| 26 | RLA/5/063 ARCAL CXXVI | Visita científica al INIFAP e ININ, México, 4 al 10 de octubre de 2013 | Adriana Díaz Curbelo | CEADEN, Cuba |
| 27 | RLA/5/063 ARCAL CXXVI | Visita científica al CEADEN y al INCA, La Habana, Cuba, 11- 22 de noviembre de 2013 | Eulogio de la Cruz T. | ININ |
| 28 | RLA/5/063 ARCAL CXXVI | Curso Regional "Aplicación da mutación inducida en mejoramiento genético", Itajai, Brasil, 25 al 29 de noviembre de 2013 | Juan Manuel García | ININ |
| 29 | RLA/6/061 ARCAL CVII | Group Fellowship Training on Quality Assurance in the Physical and Technical Aspects of Radiotherapy, Argonne National Laboratory, Illinois, USA, 18 de febrero al 1 de marzo de 2013 | Gabriel I. Hinojosa G. | IMSS Monterrey, N.L. |
| | | | Olga Galván de la Cruz | INCAN |
| | | | Patricio Vázquez Fdez. | Inst. Nacional de Pediatría |
| 30 | RLA/6/061 ARCAL CVII | Group Fellowship Training on Quality Assurance in the Physical and Technical Aspects of Radiotherapy Training and Updating Knowledge in Medical Physics, Argonne National Laboratory, Illinois, USA, 16 al 21 de septiembre de 2013 | Cinthia Kotzian Pereira B. | Secretaría de Salud, Saltillo, Coahuila |
| 31 | RLA/6/063 ARCAL CIX | Curso regional de capacitación en cardiología nuclear de la teoría a la práctica, Instituto Nacional de Cardiología, México, D.F., 14 al 18 de enero de 2013 | Liliana Inés Ríos | Argentina |
| | | | Sonia Miranda Beck | Bolivia |
| | | | Lidya Nieves Quebedo L. | Bolivia |
| | | | Marcos F. Cavalcanti | Brasil |
| | | | Elry Medeiros Vieira | Brasil |
| | | | Carmen Ana Concha | Chile |
| | | | Emperatriz Angarita Díaz | Colombia |
| | | | Luis Miguel Escobar Báez | Colombia |
| | | | Kenia Maria Padrón G. | Cuba |
| | | | Luis M. Rocha Vázquez | Cuba |
| | | | Miguel A. Martínez Durán | R. Dominicana |
| | | | Carlos A. Rivas Ramos | El Salvador |
| | | | Teresa I. Cuadra de C. | Nicaragua |
| | | | Ángel Ricardo Rolon Ruiz | Paraguay |
| | | | Juan Antonio U. Calderón | Perú |
| Richard G. Castro Bertero | Uruguay | | | |
| Javier Vilar | Uruguay | | | |
| Javier Altamirano Ley | INCAN | | | |

| | | | | |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|
| | | | Jorge Luis Cisneros | Medicina Nuclear de Chiapas |
| | | | Ivan Eudaldo Díaz M. | Inst. Nal. de Neurología y Neurocirugía |
| | | | Gisela Estrada Sánchez | Tomografía Computada Scanner del Sur |
| | | | Manlio G. Gama Moreno | Escuela Naval Militar, México |
| | | | Jose R. Gómez Garibo | Escuela Naval Militar, México |
| | | | Claudia I. Herrera Ayala | ISSEMYM |
| | | | Eleazar Ignacio Álvarez | INCAN |
| | | | Ma. del Carmen Martínez | ISSSTE |
| | | | Luis Matos Pedron | Gammagrafía e Inmunoanálisis |
| | | | Rafael H. Morales M. | INCAN |
| | | | Adriana C. Puente B. | ISSSTE |
| | | | Nicolás Sánchez Casas | ISSSTE |
| | | | José Antonio Serna M. | Escuela Naval Militar, México |
| | | | Santiago Valencia D. | Médica Sur |
| | | | Joao Vitola (Experto) | Brasil |
| | | | Fernando Mut Bastos (Experto) | Uruguay |
| | | | Albert Flotas (Experto) | España |
| 32 | RLA/6/063 ARCALCIX | II Reunión regional sobre los retos para el control del cáncer, Ciudad de Panamá, 30 de octubre al 2 de noviembre de 2013 | Alejandro Mohar | INCAN |
| 33 | RLA/7/014 ARCAL CXVI | Reunión de coordinación final del proyecto, Santo Domingo, República Dominicana, 23 al 25 de octubre 2013 | Rosalba Alonso Rodríguez | ICMyL |
| 34 | RLA/7/016 ARCAL CXXVII | Curso regional de capacitación sobre la utilización de técnicas isotópicas en la evaluación de la dinámica de las aguas subterráneas, Módulo 1 : Aplicación de isótopos estables en proyectos de hidrología, Jiutepec, Mor., México, del 8 al 12 de abril de 2013 | Etzar R. Gómez López | Bolivia |
| | | | Mariza Ramalho Franklin | Brasil |
| | | | Valeska Peres de Araujo | Brasil |
| | | | Pedro M. Moya Vega | Chile |
| | | | Juan Carlos Salgado González | Chile |
| | | | Vanessa Paredes Zúñiga | Colombia |
| | | | Alicia Ma. Fonseca S. | Costa Rica |
| | | | Helga V. Madrigal Solís | Costa Rica |
| | | | Dulce Ma. Rodríguez L. | Cuba |
| | | | José Luis Núñez | Ecuador |
| | | | Dálida Kaymara Vera Q. | Ecuador |
| | | | Iñaki Vadillo Pérez (Instructor) | España |
| | | | Francisco Javier Lima D. | Honduras |
| | | | Max Alejandro Cuevas | CONAGUA |
| | | | Luis González Hita | IMTA |
| | | | Ismael Mata Arellano | IMTA |
| | | | Miguel Ángel Mejía | IMTA |
| | | | Libier Marisela Peña D. | UASLP |

| | | | | |
|----|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| | | | Javier A. Barberena M. | Nicaragua |
| | | | Orlando Antonio Leone | Panamá |
| | | | Pedro Salinas Serrano | Panamá |
| | | | Wilson Serafín Cepeda M. | R. Dominicana |
| 35 | RLA/7/016 ARCAL CXXVII | Curso regional de capacitación sobre la utilización de técnicas isotópicas en la evaluación de la dinámica de las aguas subterráneas, Módulo 2: Datación de aguas subterráneas, Jiutepec, Mor., 15 al 19 de abril de 2013 | Daniel E. Martínez (Instructor) | Argentina |
| | | | Rafael Augusto Cortez | Bolivia |
| | | | Mariza Ramalho Franklin | Brasil |
| | | | Valeska Peres de Araujo | Brasil |
| | | | Pedro M. Moya Vega | Chile |
| | | | Juan C. Salgado Glez. | Chile |
| | | | Pedro P. Villegas Yepes | Colombia |
| | | | Alicia Ma. Fonseca S. | Costa Rica |
| | | | Helga V. Madrigal Solís | Costa Rica |
| | | | Dulce Ma. Rodríguez L. | Cuba |
| | | | José Luis Núñez | Ecuador |
| | | | Dálida Kaymara Vera Q. | Ecuador |
| | | | Carlos Humberto Guifarro | Honduras |
| | | | Max Alejandro Cuevas | CONAGUA |
| | | | Luis González Hita | IMTA |
| | | | Ismael Mata Arellano | IMTA |
| | | | Miguel Ángel Mejía | IMTA |
| | | | Libier M. Peña Delgado | UASLP |
| | | | Valeria Delgado Quezada | Nicaragua |
| | | | Orlando Antonio Leone | Panamá |
| | | | Pedro Salinas Serrano | Panamá |
| | | | Wilson Serafín Cepeda M. | R. Dominicana |
| 36 | RLA/7/016 ARCAL CXXVII | Reunión regional de interpretación de datos para la evaluación de acuíferos intensamente explotados en América Latina. Ciudad de Panamá, 9 al 13 de diciembre de 2013 | Luis González Hita | IMTA |
| 37 | RLA/9/072 ARCAL CXXIX | Curso sobre consideraciones estadísticas aplicadas a resultados obtenidos para las concentraciones de radionucleidos en alimentos, Montevideo, Uruguay, 27 al 31 de mayo de 2013 | Ligia Josefina Ruiz Esparza | CNSNS |
| | | | Eva Marcial Velázquez | CNSNS |
| 38 | RLA 9/072 ARCAL CXXIX | Regional meeting on incorporating data obtained from analysis in food into a geographical information system (GIS), Río de Janeiro, Brasil, 26 al 30 de agosto de 2013 | Arturo Rodríguez Garibay | CNSNS |

ANEXO 4.3

RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS POR PROYECTO

| Título del Proyecto | Código | Concepto | Aporte (€) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|------------|
| Apoyo al aumento sostenible del uso de reactores de investigación en la región de América Latina y el Caribe mediante la creación de redes, el intercambio de experiencias, la conservación de los conocimientos y la capacitación de recursos humanos | RLA/0/037 ARCAL CXIX | 1) 4 Exp. Enviados | €6,000 |
| | | 2) Curso 1 semana | €5,000 |
| | | 12) Coord. Proy. | €3,000 |
| | | Total: €14,000 | |
| Apoyo al Acuerdo regional para el fortalecimiento del programa regional de América Latina | RLA/0/045 ARCAL CXXX | 11) Coord. Nal. | €10,800 |
| | | Total: €10,800 | |
| Fortalecimiento de las comunicaciones y asociaciones en los países miembros de ARCAL para mejorar las aplicaciones y la sostenibilidad nucleares | RLA/0/046 ARCAL CXXXI | 13) Espec. | €1,000 |
| | | Total: €1,000 | |
| Fortalecimiento del entrenamiento del personal técnico en el mantenimiento de primera línea de los instrumentos nucleares usado en las aplicaciones nucleares del uso médico y de laboratorios asociados a estos servicios | RLA/0/049 ARCAL CXXI | 1) Experto | €1,500 |
| | | 2) Curso 1 semana | €5,000 |
| | | 12) Coord. Proy. | €6,000 |
| | | 15) Gastos | €8,000 |
| | | Total: €20,500 | |
| Apoyo a la automatización de sistemas y procesos en instalaciones nucleares | RLA/1/011 ARCAL CXXIII | 1) Experto (2) | €3,000 |
| | | 2) Gastos sede | €5,000 |
| | | 12) Coord. Proy. | €6,000 |
| | | 13) Espec. (2) | €4,000 |
| | | Total: €18,000 | |
| Utilización de radionucleidos ambientales como indicadores de la degradación de las tierras en los ecosistemas de América Latina, el Caribe y la Antártida | RLA/5/051 ARCAL C | 12) Coord. Proy. | €2,500 |
| | | 13) Espec. | €2,000 |
| | | Total: €4,500 | |
| Armonización y validación de métodos analíticos para la vigilancia del riesgo para la salud humana de los residuos y contaminantes químicos presentes en los alimentos | RLA/5/060 ARCAL CXXVIII | 2) Reunión Final | €5,000 |
| | | 12) Coord. Proy. | €6,000 |
| | | 13) Espec.(2) | €3,000 |
| | | Total: €14,000 | |
| Apoyo a la mejora genética de los cultivos subutilizados y de otros cultivos importantes para el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades rurales | RLA/5/063 ARCAL CXXVI | 2) Gastos sede | €5,000 |
| | | 12) Coord. Proy. | €6,000 |
| | | 13) Espec. (3) | €7,200 |
| | | 14b) Transporte | €1,300 |
| | | 14a) Viáticos | €2,000 |
| Total: €21,500 | | | |
| Capacitación y actualización de los conocimientos en la esfera de la física médica | RLA/6/061 ARCAL CVII | 12) Coord. Proy. | €2,000 |
| | | 13) Espec. (3) | €600 |
| | | Total: €2,600 | |
| Mejoramiento de la atención a los pacientes con enfermedades cardíacas y con cáncer mediante el fortalecimiento de las técnicas de medicina nuclear en América Latina y el Caribe | RLA/6/063 ARCAL CIX | 3) Curso 1 semana | €5,000 |
| | | 12) Coord. Proy | €2,000 |
| | | 14b) Transporte | €100 |
| | | Total: €7,100 | |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Diseño e implementación de sistemas de alerta temprana y evaluación de la toxicidad de las floraciones de algas nocivas en la región del Caribe, mediante la aplicación de técnicas nucleares avanzadas, evaluaciones radioecotoxicológicas y bioensayos | RLA/7/014 ARCAL CXXVI | 12) Coord. Proy. 13) Espec. (3) 15) Motor Fuera de Borda | €6,000 €4,000 €11,000 Total: €21,000 |
| Empleo de isótopos para la evaluación hidrogeológica de los acuíferos excesivamente explotados en América Latina | RLA/7/016 ARCAL CXXVII | 2) Cursos (2) 12) Coord. Proy. 13) Especialistas 14d) Trabajos de Campo 15) Infraestructura y equipo | €10,000 €6,000 €1,250 €3,500 €14,000 Total: €34,750 |
| Establecimiento de un control de calidad para el proceso de irradiación industrial | RLA/9/072 ARCAL CXXIX | 6) Base Datos 12) Coord. Proy. 13) Espec.(1) 14b) Transporte 14c) Viajes 15) Infraestructura | €284 €2,000 €2,000 €494 €376 €3,500 Total: €8,654 |
| TOTAL | | | €178,404 |

ANEXO 4.4

INFORME SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS CENTROS DESIGNADOS DE MÉXICO DURANTE 2013

1. Centro Regional para Mantenimiento, Reparación y Diseño de Instrumentación Nuclear

Ubicación: Gerencia de Sistemas, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Director del Centro: Dr. Francisco Javier Ramírez Jiménez.

Descripción del Centro: Este Centro Regional se dedica a realizar actividades de reparación de detectores de radiación de estado sólido de silicio-litio y de germanio hiperpuro. También hace la reparación de instrumentación electrónica nuclear como preamplificadores sensibles a carga, amplificadores de espectrometría, convertidores analógico-digital y analizadores multicanal.

Utilización del Centro durante 2013:

- Se proporcionaron servicios de reparación, mantenimiento y calibración para detectores de radiación de estado sólido de silicio-litio y de germanio hiperpuro, para las diferentes áreas del ININ. Se realizó la reparación de instrumentación electrónica nuclear, como monitores de radiación, preamplificadores sensibles a carga, amplificadores de espectrometría, convertidores analógico-digitales y analizadores multicanal.
- Se proporcionó asesoría en instrumentación nuclear a la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde a lo largo del año.
- Se proporcionó capacitación teórico-práctica en Instrumentación Electrónica Nuclear por 2 meses a Einass Ahmed Al-Tahiri, de la National Atomic Energy Commission (NATEC) de Yemen, becado por el OIEA del 30 de septiembre al 29 de noviembre de 2013.
- Se proporcionó asesoría al Commissariat à l'Énergie Atomique de Argelia para la elaboración de Proyecto Nacional ante el OIEA en reparación de detectores de radiación.

2. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN)-Laboratorio de Microbiología Ambiental

Ubicación del Centro: Laboratorio de Microbiología Ambiental, Departamento de Biotecnología y Bioquímica, Unidad Irapuato, CINVESTAV-IPN.

Director del Centro: Dr. Juan José Peña Cabriales

Descripción del Centro: A través de la implementación de proyectos de investigación financiados tanto por instituciones nacionales como internacionales en el Laboratorio de Microbiología Ambiental, las técnicas isotópicas (^{15}N , ^{32}P , ^{45}Ca , sonda de neutrones, y recientemente ^7Be y ^{137}Cs) constituyen herramientas cotidianas para estudios de la relación suelo-planta-microorganismo enmarcadas en la línea de investigación sobre ciclaje de nutrientes. Asimismo, el laboratorio opera una red de investigación a nivel nacional cuyo denominador común es el uso de técnicas isotópicas enfocadas a la generación y aplicación de prácticas de manejo de suelo, agua, plantas, y tecnologías agrícolas y ambientales en diferentes sistemas de interés. Dentro de esta red participan investigadores del Colegio de Posgraduados (campus Montecillos y Cárdenas), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH y el INIFAP-Celaya.

Los objetivos de dicha red son:

- Generar prácticas de manejo de suelo, inoculantes, fertilizantes, plantas (leguminosas, cereales y hortalizas) y agua que permitan la incorporación de suelos marginales a la producción agrícola.
- Validar nuevas fuentes alternativas de materia orgánica para su incorporación a los sistemas de producción agrícola y disminuir la aplicación de fertilizantes.
- Realizar estudios sobre la dinámica de nutrientes (^{45}Ca , ^{32}P y ^{15}N) en sistemas hidropónicos y en suelo.
- Evaluar prácticas de manejo del suelo sobre la erosión a través de las técnicas de ^{137}Cs y ^7Be .

Principalmente, las funciones del Laboratorio de Microbiología Ambiental dentro de la red son diseñar y asesorar sobre los experimentos de campo que involucren el uso de las técnicas isotópicas (^{15}N , ^{32}P , sonda de neutrones, ^{137}Cs , ^7Be , ^{45}Ca , etc.), así como realizar las determinaciones analíticas de los isótopos en las muestras de interés y la interpretación de la información de los resultados experimentales.

Utilización del centro durante 2013:

Durante 2013 se continuó con las determinaciones isotópicas de ^{15}N en muestras de sorgo, maíz y frijol (grano y paja) de un ensayo experimental, en el marco de un nuevo proyecto de colaboración con el INIFAP-Celaya financiado por la SAGARPA.

El laboratorio desarrolla actualmente investigación con la implementación de técnicas isotópicas dentro de los proyectos:

- RLA/5/051 ARCAL C “Utilización de radionucleidos ambientales como indicadores de la degradación de las tierras en los ecosistemas de América Latina, el Caribe y la Antártida”.
- CONACYT CB-2012-01 “Importancia de los Microorganismos Benéficos de la Rizósfera en la Producción Sustentable del Maíz”.

3. Laboratorio de Monitoreo Ambiental

Ubicación del Centro: Gerencia de Seguridad Radiológica, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Directora del Centro: Dra. Esperanza Quintero Ponce

Descripción del Centro: Este laboratorio diseña y realiza los programas de vigilancia radiológica ambiental del Centro Nuclear de México y del Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER). Elabora los informes anuales de dichos programas y presta servicios de medición de radiactividad en muestras ambientales, alimentos y productos varios. Proporciona servicios a la Secretaría de Salud, Petróleos Mexicanos y diferentes centros de investigación. Ha recibido becarios del OIEA para capacitación en la implementación de programas de vigilancia radiológica ambiental en instalaciones radiológicas.

Utilización del Centro durante 2013:

- a) Se proporcionaron servicios de espectrometría gamma en muestras ambientales a diferentes instituciones del país.
- b) Se realizó la determinación de actividad alfa y beta total en muestras de agua para universidades y gobiernos estatales del país.
- c) Se realizaron análisis de prueba de fuga a fuentes radiactivas selladas a diferentes instituciones gubernamentales y privadas del país.
- d) Se llevaron a cabo medidas de radiactividad en muestras ambientales y de alimentos para dar cumplimiento a los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental del Centro Nuclear de México y el Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos de Bajo Nivel, Centros de Confinamiento La Piedrera y Peña Blanca.
- e) Durante 2013 se adquirió un sistema para conteo de partículas alfa y beta global con detector gaseoso de flujo continuo y ventana delgada, para la determinación de actividad alfa y beta total en muestras de agua, así como de actividad alfa y beta en filtros con partículas suspendidas en aire. Este equipo posibilitará apoyar a universidades y gobiernos estatales del país.

4. Centro Regional para la Calibración Eléctrica, Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia

Ubicación del Centro: Departamento de Sistemas Electrónicos, Gerencia de Sistemas, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Director del Centro: Ing. Pedro Cruz Estrada

Descripción del Centro: Este Centro Regional se dedica a actividades de reparación, mantenimiento y calibración eléctrica de electrómetros y cámaras de ionización. También brinda asesoría técnica al personal del sector salud y Centros de Investigación Nacionales e Internacionales. Por otro lado, brinda apoyo técnico a diferentes grupos del ININ, quienes realizan control de calidad en equipos de rayos X del sector salud y calibración de herramientas para control de calidad.

Actividades del Centro durante 2013:

- a) Se proporcionaron servicios de reparación, mantenimiento y calibración eléctrica de electrómetros y cámaras de ionización a diferentes instituciones del sector salud tales como: Médica Sur, Centro Nacional de Cancerología, Centro Oncológico de Guadalajara, PEMEX, etc. En el ININ se dio servicio al Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes y al Departamento de Protección Radiológica.
- b) Se realizaron mantenimientos preventivos a los dos equipos de rayos X (convencional e industrial) utilizados como patrón de referencia nacional en el Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes del ININ.
- c) Se realizó la verificación y calibración eléctrica de un electrómetro, propiedad del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones de La Habana, Cuba.
- d) Se realizó un curso nacional de mantenimiento de cámaras gamma en el Hospital Escandón de la Ciudad de México, del 19 al 23 de agosto de 2013. Para este evento se contó con la presencia de la experta técnica, Dra. Angelina Díaz García, procedente del CEADEN de La Habana, Cuba.

5. Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica

Ubicación del Centro: Gerencia de Ciencias Ambientales, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Directora del Centro: Dra. Francisca Aldape Ugalde

Descripción del Centro: En este Centro Regional se realizan actividades dirigidas al análisis del contenido elemental de muestras de polvo atmosférico mediante el uso de la técnica PIXE, así como al análisis gravimétrico de las mismas. También se realiza el tratamiento de los datos, a los que se les aplica estadística básica y análisis de factores por Componentes Principales. Mediante el uso de estas técnicas se identifican las fuentes de los contaminantes. Se imparten cursos y asesorías por expertos tanto en estrategias de colección, localización de sitios representativos para realizar el monitoreo y se diseñan redes de monitoreo. Se realiza innovación tecnológica (producción de partes de colectores y dispositivos para manejo de filtros o muestras).

Actividades del Centro durante 2013:

- a) Se llevó a cabo la recalibración del sistema PIXE, incorporando nuevos estándares para la medición de líneas de rayos X - Ls.
- b) Se cuenta con una nueva cámara de irradiación que permitirá la incorporación de otras técnicas de análisis con haces de iones, además de PIXE. Esta instalación se encuentra en etapa de pruebas de funcionamiento.
- c) Se continúa con la divulgación de las técnicas a través de pláticas y conferencias, para dar a conocer a la comunidad científica los servicios que ofrece este Centro Designado.
- d) Se mantiene la relación de colaboración con la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, con la colaboración directa con la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA). Al término del año (noviembre de 2013) se inició un nuevo proyecto que se desarrollará a partir del primer trimestre del presente año, el cual tiene como objetivo medir sulfatos en el noroeste de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Las mediciones se realizarán utilizando diversas técnicas, entre ellas PIXE, buscando aprovechar estos resultados para validar el uso de PIXE en la determinación de estos compuestos.
- e) Durante el año 2013 se ofrecieron múltiples pláticas a un número considerable de grupos de estudiantes de nivel profesional de diversas especialidades e instituciones, así como a diferentes autoridades gubernamentales, tanto nacionales como extranjeras, los cuales asistieron al Centro Nuclear como visitantes o para recibir alguna capacitación.